



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift

⑯ DE 198 27 631 A 1

⑯ Int. Cl. 6:

H 01 M 10/54

H 01 M 6/52

B 01 D 15/00

⑯ Anmelder:

Merck Patent GmbH, 64293 Darmstadt, DE

⑯ Erfinder:

Jungnitz, Michael, 60385 Frankfurt, DE

⑯ Aktenzeichen: 198 27 631.1

⑯ Anmeldetag: 20. 6. 98

⑯ Offenlegungstag: 23. 12. 99

DE 198 27 631 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Aufreinigung von Batterieelektrolyten mittels physikalischer Adsorption

⑯ Die vorliegende Erfindung betrifft die Entfernung von
protischen Verunreinigungen aus Batterieelektrolyten,
welche für Lithiumzellen geeignet sind, durch physikali-
sche Adsorption.

DE 198 27 631 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Methode zur Entfernung von protischen Verunreinigungen aus Batterielektrolyten mittels physikalischer Adsorption.

Bei den üblich verwendeten Lithium-Batterien (sekundär und primär Batteriezellen) werden im Allgemeinen Elektrolyte eingesetzt, die aus Leitsalzen wie z. B. LiPF₆, LiBF₄, LiClO₄, LiAsF₆, Li-Methiden, Li-Iminen oder Li-Triflaten, vorzugsweise in einer Konzentration von 0,7 bis 1,8 mol/l, und Lösungsmittelmischungen ausgewählt aus den organischen Lösungsmitteln organische Carbonate wie Propylencarbonat, Ethylenkarbonat, Butylencarbonat, Dimethylcarbonat, Diethylcarbonat, Ethylmethylcarbonat, Methylpropylcarbonat, Ethylpropylcarbonat und weitere organische Carbonate, und Propionate, wie Methylpropionat oder Ethylpropionat, Formate, wie Ethylformiat oder Methylformiat, Acetate wie Methylacetat, Ethylacetat, halogenierte Carbonate, wie chloriertes Ethylenkarbonat, fluoriertes Ethylenkarbonat, fluoriertes Propylencarbonat oder fluoriertes Ethylenkarbonat, aber auch Ether wie Dimethoxyethan.

Diese Elektrolytlösungen enthalten normalerweise trotz hoher Reinheit der einzelnen Komponenten protische Verunreinigungen wie z. B. Wasser Alkohole, Peroxide. Die Leitsalze in den Elektrolytlösungen reagieren jedoch äußerst empfindlich auf diese Verunreinigungen und zersetzen sich im Falle von LiPF₆ beispielsweise zu Li⁺, LiF⁻ oder PO₄³⁻ und zu verschiedenen Oxyfluorophosphorsäuren (Li_aP_bO_cF_d). Diese Zersetzungprodukte sind für die Batteriezellen sehr schädlich, da sie die Zellkomponenten, also Kathode und Anode, angreifen und die Deckschichtbildung an den Elektrolyten massiv beeinflussen. Die Lebenszeit einer Batterie wird dadurch wesentlich verkürzt.

Da vor allem HF⁻ in dieser Beziehung sehr aggressiv ist, ist es notwendig, den Gehalt an HF⁻ in den Elektrolytmischungen, der normalerweise 50-80 ppm beträgt, wesentlich zu verringern. Für die meisten Anwendung wird ein HF-Gehalt von weniger als 30 ppm gewünscht.

Der Wassergehalt der Elektrolytmischung sollte möglichst ebenfalls sehr gering sein, damit diese Zersetzungprodukte erst gar nicht in dem bisher bestehenden Umfang auftreten können. Ein möglichst geringer Wassergehalt (z. B. weniger als 20 ppm) ist daher wünschenswert.

Die bisher angewandten Methoden, den Wassergehalt auf konventionelle Art zu reduzieren, sind nicht effektiv genug.

In der kanadischen Patentanmeldung 2,193,119 wird eine Methode beschrieben, bei welcher die sauren Verunreinigungen mittels Wasserstofffreien Chloriden, Bromiden oder Iodiden abgetrennt werden. Jedoch ist diese Methode auch nicht optimal, denn die entstehenden Reaktionsprodukte HCl, HBr und HJ sind während und auch noch in geringem Umfang nach der Abtrennung durch Destillation in den Elektrolytmischungen mitenthalten und könnten daher weitere Reaktionen auslösen. Ferner werden die Elektrolyte bei der Destillation erhitzt, was ebenfalls negative Auswirkungen haben kann. Ein weiterer Schritt kann notwendig sein, wenn ein festes Reaktionsprodukt noch anfällt und dieses ebenfalls noch abgetrennt werden soll.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es nun, eine Methode zur Abtrennung von protischen Verunreinigungen, insbesondere z. B. von Wasser oder HF⁻, zu finden, die einfach, schnell und effektiv durchzuführen ist und welche den Gehalt von Wasser auf weniger als 10 ppm und den von HF⁻ auf weniger als 30 ppm reduzieren kann.

Es wurde nun gefunden, daß eine Abtrennung der protischen Verunreinigungen aus Batterielösungsmitteln einfach und sehr effektiv mittels physikalischer Adsorption durchgeführt werden kann.

Gegenstand der Erfindung ist daher ein Verfahren zur Aufreinigung von Elektrolytlösungen für Lithium-Zellen, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Zugabe eines Adsorbens, welches die protischen Verunreinigungen physikalisch adsorbiert, und
- Abtrennung des Adsorbens.

Die erfindungsgemäßen Elektrolytlösungen bestehen im Wesentlichen aus Leitsalzen wie LiPF₆, LiBF₄, LiClO₄, LiAsF₆, Li-Methiden, Li-Iminen oder Li-Triflaten, vorzugsweise in einer Konzentration von 0,7 bis 1,8 mol/l, und Lösungsmittelmischungen ausgewählt aus den organischen Lösungsmitteln organische Carbonate wie Propylencarbonat, Ethylenkarbonat, Butylencarbonat, Dimethylcarbonat, Diethylcarbonat, Ethylmethylcarbonat, Methylpropylcarbonat, Ethylpropylcarbonat und weitere organische Carbonate, und Propionate, wie Methylpropionat oder Ethylpropionat, Formate, wie Ethylformiat oder Methylformiat, Acetate wie Methylacetat, Ethylacetat, halogenierte Carbonate, wie chloriertes Ethylenkarbonat, fluoriertes Ethylenkarbonat, fluoriertes Propylencarbonat oder fluoriertes Ethylenkarbonat, aber auch Ether wie Dimethoxyethan.

Als geeignete Adsorbentien kommen alle Substanzen in Frage, die auf physikalische Art protische Substanzen adsorbieren können, wie z. B. Silicagel, Calciumcarbonat, Calciumoxid oder Aluminiumoxid wie Al₂O₃, insbesondere bevorzugt wird jedoch Al₂O₃ als Adsorbens verwendet.

Die Durchführung der erfindungsgemäßen Aufreinigung kann auf verschiedene Art und Weise geschehen.

Die erste Möglichkeit besteht darin, die Elektrolytlösung fertig zu mischen, dann das Adsorbens zur Abtrennung der protischen Verunreinigungen zugegeben, welches dann anschließend wieder abgetrennt wird.

Bei der zweiten Möglichkeit werden zunächst die für die Elektrolytlösung benötigten Lösungsmittel genügt, dann wird das Adsorbens zugegeben. Nach beendeter Adsorption wird das Adsorbens wieder abgetrennt und zum Schluß erst wird das Leitsalz zugemischt.

Das Adsorbens kann einerseits unter Rühren in die jeweilige Mischung eingebracht und anschließend durch Filtration wieder abgetrennt werden. Die Reaktionszeit kann beliebig gewählt werden, vorzugsweise wird sie jedoch so kurz wie möglich gehalten; erfahrungsgemäß reicht ein kurzes Rühren von bis zu 10 Minuten aus, um die Adsorption vollständig durchzuführen.

Andererseits kann das Adsorbens in eine Säule gefüllt werden. Die zu reinigende Lösung wird wie üblich mittels einer Pumpe über die Adsorbenssäule gegeben.

Das Adsorbens muss wasserfrei sein, vorzugsweise wird es vor dem Einsatz gut getrocknet. Vorzugsweise wird das wasserfreie Al₂O₃ über einige Tage oder Wochen bei ca. 400°C im Stickstoffstrom getrocknet, abgekühlt und anschließend unter Ausschluß von Feuchtigkeit aufbewahrt oder besser sofort verwendet.

Vorzugsweise gibt man 0,3 bis 3 Gew.-% an Adsorbens zu den zu reinigenden Elektrolytlösungen. Insbesondere bevorzugt ist ein Gehalt von 0,5 bis 1 Gew.-% an Adsorbens.

Die Abtrennung des Adsorbens erfolgt durch Filtration oder Ähnliches. Diese konventionellen Methoden sind dem Fachmann bekannt.

Auf diese Weise erhält man aufgereinigte Elektrolytlösungen, die die hohen Anforderungen nach geringem Wassergehalt und bei Elektrolyten mit fluorierten Leitsalzen geringen HF-Gehalt erfüllen. Die erfindungsgemäß aufgereinigten Batterielösungsmittel weisen Werte für den Wassergehalt von kleiner als 10 ppm und für den HF-Gehalt von kleiner als 30 ppm auf.

Die erfindungsgemäßen Elektrolytlösungen zeigen daher bei der Verwendung in Lithium-Ionen und Lithiumbatterien verbesserte Eigenschaften wie höhere Zykleneffizienz und längere Lebenszeit.

Gegenstand der Erfindung sind somit auch Elektrolytlösungen, die geeignet sind für Lithium-Zellen (primär oder sekundär), die dadurch gekennzeichnet sind, daß sie nach

der hier beschriebenen Methode aufgereinigt werden.

Auch ohne weitere Ausführungen wird davon ausgegan-
gen, daß ein Fachmann die obige Beschreibung in weitesten
Umfang nutzen kann. Die bevorzugten Ausführungsformen
sind deswegen lediglich als beschreibende, keineswegs als
in irgendeine Weise limitierende Offenbarung aufzufassen.

Die vollständige Offenbarung aller vor- und nachstehend
aufgeführten Anmeldungen, Patente und Veröffentlichungen
sind durch Bezugnahme in diese Anmeldung einge-
führt.

Die folgenden Beispiele sollen die Erfindung näher erläu-
tern.

Beispiel 1

Man trocknet Al_2O_3 wasserfrei im 400°C heißen Stick-
stoffstrom über 4 Wochen. Nach der Trocknung wird das
 Al_2O_3 abgekühlt und in der Glove-Box gelagert.

Die Elektrolytlösung wird folgendermaßen hergestellt:

440 g Ethylencarbonat und 440 g Dimethylcarbonat werden
gemischt und auf 10°C gekühlt. Danach werden 120 g LiPF_6
hinzugegeben und unter Rühren gemischt. Der Elektrolyt
enthält 60 ppm HF.

Danach werden 10 g getrocknetes Al_2O_3 hinzugegeben.
Nach 10 Minuten Rühren wird das Al_2O_3 abfiltriert.

Gehalt an HF:

Anfangsmischung: 60 ppm

Nach Adsorption: < 10 ppm

Gehalt an H_2O nach der Aufreinigung: kleiner 10 ppm

Beispiel 2

Al_2O_3 wird wie in Beispiel 1 getrocknet und gelagert.

Man mischt die Lösungsmittel für den Elektrolyten, 440 g
Ethylencarbonat und 440 g Dimethylcarbonat und kühlt auf
10°C ab. Dann werden 10 g getrocknetes Al_2O_3 hinzugege-
ben, röhrt 10 Minuten und filtriert das Adsorbens wieder ab.
Danach kühlt man auf 10°C ab und gibt 120 g LiPF_6 unter
Röhren hinzu.

Der Gehalt an HF und H_2O liegt nach der Behandlung je-
weils bei kleiner 20 ppm.

Beispiel 3

Al_2O_3 wird wie in Beispiel 1 beschrieben getrocknet und
gelagert.

Das Adsorbens wird dann in eine Säule gefüllt.

Eine Elektrolytlösung wird folgendermaßen hergestellt:
Man mischt 440 g Ethylencarbonat und 440 g Dimethylcar-
bonat und kühlt auf 10°C ab. Dazu gibt man 120 g LiPF_6
und mischt unter Rühren. Der Elektrolyt enthält 60 ppm HF.

Die Elektrolytlösung wird dann mittels Pumpe über die
Säule gegeben. Nach der Aufreinigung liegt der Gehalt an
HF und H_2O dann jeweils bei kleiner 10 ppm.

Beispiel 4

Al_2O_3 wird wie in Beispiel 1 beschrieben getrocknet und
gelagert. Man mischt 500 g Propylenkarbonat und 500 g
1,2-Dimethoxyethan. Anschließend werden unter Röhren
und Kühlung 100 g LiClO_4 hinzugegeben. Die Mischung
hat einen Wassergehalt von 40 ppm.

Anschließend werden 10 g getrocknetes Al_2O_3 hinzuge-
geben und intensiv vermischt. Nach 30 minütigem Stehen
wird das Aluminiumoxid abfiltriert. Die so behandelte Elek-
trolytlösung weist einen Wassergehalt von kleiner 10 ppm

auf.

4

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufreinigung von Elektrolytlösungen
für Lithium-Zellen, gekennzeichnet durch folgende
Schritte:

- Zugabe eines Adsorbens, welches die proti-
schen Verunreinigungen physikalisch adsorbiert,
und
- Abtrennung des Adsorbens.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß das Adsorbens der fertig gemischten Elektro-
lytlösung zugegeben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß das Adsorbens zuerst den Lösungsmitteln zu-
gegeben wird, um die Adsorption der Verunreinigun-
gen durchzuführen, dann abgetrennt wird und anschlie-
ßend erst das Leitsalz zugemischt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 31 da-
durch gekennzeichnet, daß als Adsorbens Al_2O_3 ver-
wendet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, da-
durch gekennzeichnet, daß 0,3 bis 3 Gew.-%, insbeson-
dere 0,5 bis 1,0 Gew.-%, Adsorbens zugesetzt werden.

6. Elektrolytlösung, geeignet für Lithium-Zellen, da-
durch gekennzeichnet, daß sie nach dem in Anspruch 1
beschriebenen Verfahren aufgereinigt wird.

7. Elektrolytlösung nach Anspruch 6, welche als Lö-
sungsmittel organische Carbonate und/oder Propionate
und/oder Formate, und/oder Acetate und/oder und/
oder halogenierte Carbonate und/oder Ether enthält.

8. Elektrolytlösung nach Anspruch 6, welche als Lö-
sungsmittel organische Carbonate, ausgewählt aus der
Gruppe Propylenkarbonat, Ethylencarbonat, Butylen-
carbonat, Dimethylcarbonat, Diethylcarbonat, Ethyl-
methylcarbonat, Methylpropylcarbonat, Ethylpropyl-
carbonat, und/oder Propionate, ausgewählt aus der
Gruppe Methylpropionat und Ethylpropionat, und/oder
Formate, ausgewählt aus der Gruppe Ethylformiat und
Methylformiat, und/oder Acetate, ausgewählt aus der
Gruppe Methylacetat und Ethylacetat und/oder haloge-
nierte Carbonate, ausgewählt aus der Gruppe chlorier-
tes Ethylencarbonat, fluoriertes Ethylencarbonat, und
fluoriertes Propylenkarbonat, und/oder Ether wie Di-
methoxyethan enthält.

9. Elektrolytlösung nach Anspruch 6, welche als Leit-
salz LiPF_6 , LiBF_4 , LiClO_4 , LiAsF_6 , Li-Methid, Li-Imid
oder Li-Triflat enthält.

- Leerseite -